



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 176 981
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85112291.1

51 Int. Cl.⁴: H03M 1/74

22 Anmeldetag: 27.09.85

30 Priorität: 28.09.84 DE 3435715

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.86 Patentblatt 86/15

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

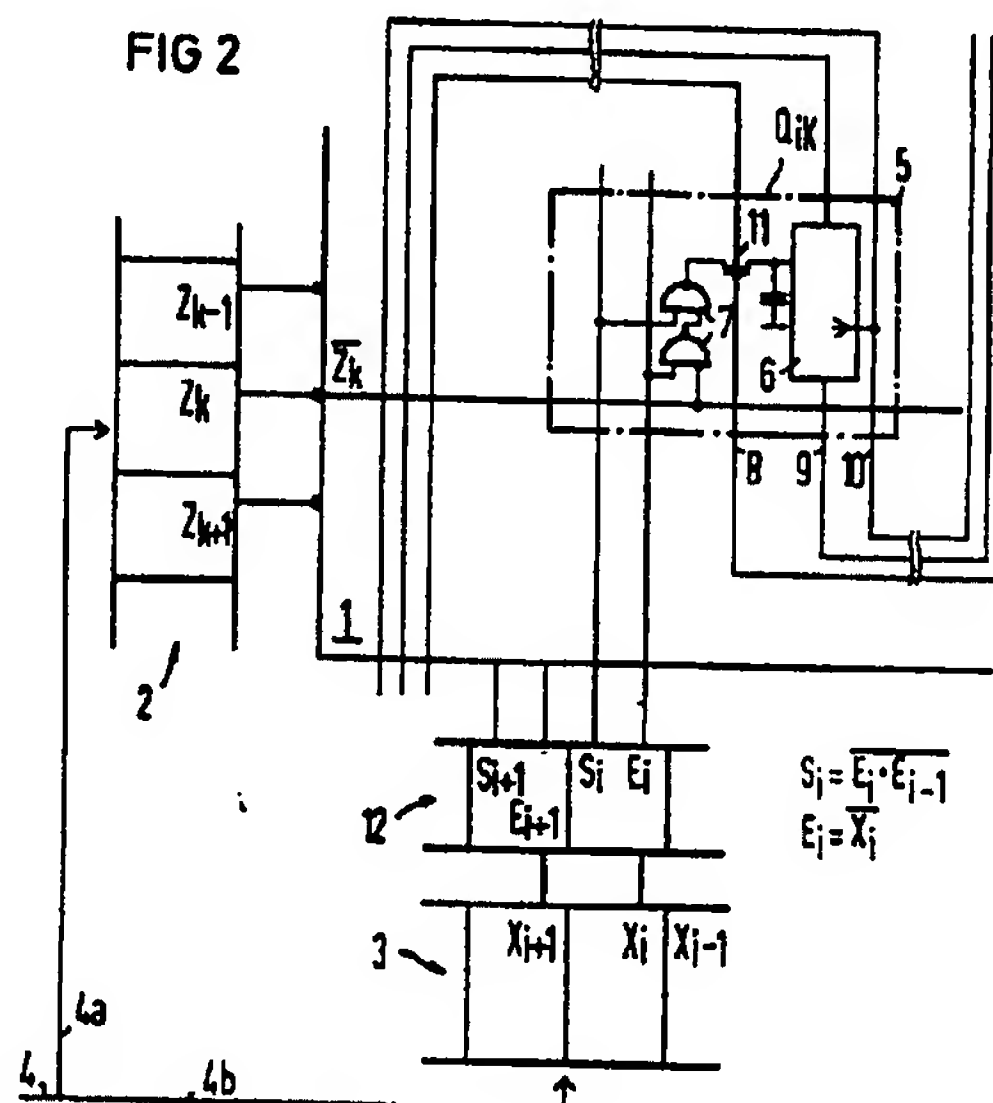
71 Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: Inner, Helmbert, Dipl.-Ing.
Jagdfeldring 14
D-8013 Haar(DE)
Erfinder: Mühlbauer, Otto, Ing. grad.
Untersbergstrasse 82
D-8000 München 90(DE)

34 D/A-Wandler.

57 Der einschrittige D/A-Wandler besteht aus matrixförmig angeordneten, über einen Dekoder (2, 3) und eine nachgeschaltete Logik (7, 12) angesteuerte Einzelquellen (8). Mit der Logik (7, 12) wird die Matrixspalte (X_i) der aktuell angesteuerten Einzelquelle (8) bestimmt und ein Umschalten der Quellen aller übrigen Spalten unterdrückt. Die Erfindung zeichnet sich durch geringen Platzbedarf, kurze Laufzeiten, niedere Verlustleistung und durch die Vermeidung von Umschaltspannungsspitzen aus.

FIG 2



EP 0 176 981 A1

D/A-Wandler

Die Erfindung betrifft einen D/A-Wandler gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein derartiger D/A-Wandler ist aus der europäischen Patentanmeldung E-A2-043 897 bekannt.

Bekanntlich arbeiten D/A-Wandler in der Weise, daß entsprechend dem digitalen, zu wandelnden Wert über Steuerleitungen gewichtete Quellen angesteuert werden, deren Ausgangssignale aufaddiert werden und den Analogwert bilden. Beim Umschalten von kritischen, an sich bekannten Wortkombinationen, beispielsweise von 01111 nach 10000, können jedoch Überspannungsspitzen, sogenannte Glitches, auftreten. Diese haben ihre Ursachen in den Laufzeitunterschieden gleichzeitig an- und abschaltender Quellen bzw. in der Asynchronität der Daten auf den Bitleitungen und in den unterschiedlichen Toleranzen der gewichteten Quellen.

Eine bekannte Maßnahme um derartige Überspannungsspitzen zu verhindern, ist die Benutzung von Einzelquellen, die über einen Thermometerdekoder angesteuert werden. Dabei werden vom Dekoder neben der der Bitwertigkeit des Digitalwertes zugeordneten Dekodierleitung auch alle anderen niederwertigen Dekodierleitungen zur Ansteuerung der Einzelquellen aktiviert. Bedingt durch die stetige Zunahme der Anzahl der ausgewählten Dekodierleitungen wird mit wachsendem Binärwort nur jeweils eine Quelle hinzugeschaltet bzw. mit kleiner werdendem Binärwort jeweils nur eine Quelle abgeschaltet. Diese Wortkombinationen haben somit trotz Änderung aller Binärbits nur das Umschalten einer einzigen Quelle zur Folge. Umschaltspitzen aufgrund des Umschaltens von mehreren Quellen können also nicht auftreten.

Ein derartiger einschränkter D/A-Wandler ist in der Zeitschrift "Elektroniker" Nr. 5/1976, S. EL1 bis EL8 beschrieben. Diese Anordnung hat jedoch einen großen Flächenaufwand zur Folge, welcher durch den Dekoder, den Verdrahtungskanal und die hohe Anzahl von Einzelquellen bedingt ist. Zur Wandlung eines n -Bit breiten Digitalwortes sind nämlich ein 2^n -stufiger Dekoder und 2^n Einzelquellen erforderlich. Das Fan-in in dieser 2^n -Dekoderstufe begrenzt den Einsatzbereich zu hohen Frequenzen hin. Ein D/A-Wandler der eingangs genannten Art hat den Nachteil, daß mehrere ROMs in Reihenschaltung erforderlich sind, um die Zeileninformation zu dekodieren.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, den Flächen- und Schaltungsaufwand für einen D/A-Wandler der oben genannten Art zu verringern.

Diese Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung beruht darauf, zwei Thermometer-Dekoder mit einer Quellenmatrix zusammenzuschalten. Anstelle eines m -aus- 2^n -Dekoders werden vorteilhafterweise zwei m -aus- $2^{n/2}$ -Dekoder mit jeweils $2^{n/2}$ Stufen eingesetzt. Im Kreuzungspunkt der Matrix kann durch die Zeilen- und Spalteninformation die Stufung eines m -aus- 2^n -Dekoders nachgebildet werden.

Der Verdrahtungsaufwand wird durch ein zweidimensionales Matrixfeld verringert. Dadurch werden die Kapazitäten in der Verdrahtung her abgesetzt, was einen Betrieb mit hohen Frequenzen ermöglicht. Das hat eine geringere Gatterlaufzeit und somit eine Verkürzung der Wandlungszeit zur Folge. Durch die Aufspaltung der Eingangsstufen wird eine Verringerung des Fan-in des Wandlers und eine Verringerung der Verlustleistung erreicht. Dies trifft insbesondere bei einer Realisierung in Einkanal MOS-Technologie zu, da die üblicherweise in m -aus- 2^n -Dekodern verwendeten

NAND-Funktionen mit mehr als zwei Eingängen nur schwer zu realisieren sind. Sie müssen durch Umformungen eines X -fach NAND-Gatters mit zusätzlichen, nicht minimierten Gattern realisiert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele weiter beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen D/A-Wandler,

Fig. 2 zeigt Einzelheiten des D/A-Wandlers nach Fig. 1,

Fig. 3 zeigt Einzelheiten eines weiteren D/A-Wandlers,

Fig. 4 zeigt tabellarisch Steuersignale für die Anordnungen gemäß Fig. 2 und 3,

Fig. 5, 6 zeigen jeweils schematisch Beispiele für kritische Schaltzustände der erfindungsgemäßen Anordnung und

Fig. 7 zeigt das Schaltbild eines Thermometerdekoders.

Gemäß Fig. 1 besteht der D/A-Wandler aus einem Quellenfeld in Matrixanordnung 1, aus einem Zeilendekoder 2 und einer, einem Spaltendekoder 3 nachgeschalteten ersten Logikanordnung 12. In jedem Matrixpunkt 5 liegt eine Einzelquelle, beispielsweise eine Strom- oder Spannungsquelle, die durch Ansteuerung über die beiden Dekoder spaltenweise auf einem Strombus 10 zusammengeschaltet werden, wobei das aufsummierte Analogsignal I_{AUS} auf einer alle Strombusse 10 zusammenfassenden Leitung abgreifbar ist.

Das zu wandelnde Digitalsignal A_0 bis A_n wird den beiden Dekodern 2, 3 über n parallele Digitalleitungen 4 zugeführt. Der Zeilendekoder 2 ist den niederwertigen Bits A_0 bis $A_{n/2-1}$ zugeordnet, während der Spaltendekoder 3 die Gewichtung der höherwertigen Bits $A_{n/2}$ bis A_n übernimmt. Den jeweils $2^{n/2}$ Stufen entsprechend sind zwei m aus $2^{n/2}$ -Dekoder erforderlich. Die Matrix 1 umfaßt $2^{n/2} \times 2^{n/2}$ Einzelquellen. Das in Fig. 1 wiedergegebene Beispiel ist für ein 8 Bit breites Datenwort A_0 bis A_7 und somit für eine 16×16 Einzelquellen umfassende Matrix 1 ausgelegt. Der Zeilen- und der Spaltendekoder 2, 3 sind als Thermometerdekoder ausgeführt.

Fig. 2 zeigt beispielhaft, wie durch eine logische Verknüpfung benachbarter Auskodierteilungen eine zusätzliche Information S , am Ausgang des Spaltendekoders 3 ermittelt wird, welche diejenige Spalte X , bestimmt, in welcher entsprechend der Kodierung des Zeilendekoders 2 die Dekoderstufe aktuell ausgeführt wird. Diese Information wird dazu benutzt, die Quellen 6 aller derjenigen Spalten, die niedrigeren Spaltenleitungen zugeordnet sind, vollständig aktiv und unabhängig vom Zustand des Zeilendekoders 2 zu halten, während die Quellen derjenigen Spalten, die höherwertiger sind, nicht aktiviert werden können.

In dem wiedergegebenen Beispiel umfassen der Zeilen- und Spaltendekoder 2, 3 k bzw. i Dekoderstufen ($k, i = 0$ bis 15). Das aktuell über die Zeile Z_i und die Spalte X_k angewählte Matrixelement 5 mit einer Einzelquelle 6 ist mit Q_{ik} bezeichnet. Die Einzelquelle 6 liegt an einer Versorgungsleitung 9 und ausgangseitig an einem Strombus 10. Ihr Steuereingang ist über eine Logikanordnung 7 mit der zugehörigen, mit invertiertem Signal beaufschlagten Zeilenleitung \bar{Z}_i , einer weiteren Spaltenleitung E_k , und der zusätzlichen Informationsleitung S , verbunden. Die Ansteuerung wird mittels eines über eine Taktleitung 8 gesteuerten Synchronisierschaltung 11, bestehend aus einem FET, synchronisiert, die zwischen der Logikanordnung 7 und der betreffenden Einzelquelle 6 liegt. Die Information des Zeilendekoders 2 und des Spaltendekoders 3 wird also mit

der zusätzlichen Information im Matrixpunkt 5 zu einem Steuersignal für die Einzelquelle 6 logisch verknüpft. Die Taktleitung 8, die Versorgungsleitung 9 und der Strombus 10 sind für alle Quellen Q_k gemeinsam durchgeschleift. Im wiedergegebenen Beispiel ist die Schleife mäanderförmig ausgeführt, wobei nebeneinanderliegende Matrixspalten nacheinander durchlaufen werden.

Aus der in Fig. 4 wiedergegebenen Tabelle ist die Funktion der Logikanordnung 7 entnehmbar. Sie zeigt, daß bei einem logisch-0-Zustand der zusätzlichen Informationsleitung S_i und bei einem logisch-1-Zustand der weiteren Spaltenleitung E_i , unabhängig vom Zustand der zugehörigen Zeilenleitung Z_i , alle Einzelquellen 6 der betreffenden Spalte X_i abgeschaltet sind. Im Fall einer logischen Null bzw.

logischen Eins der zusätzlichen Informationsleitung S_i , bzw. Spaltenleitung E_i , sind unabhängig vom Signal auf der Zeilenleitung Z_i , alle Stromquellen der zugehörigen Spalte X_i zugeschaltet. Liegen sowohl Informationsleitung S_i als auch weitere Spaltenleitung E_i auf logisch 1, so wird die Einzelquelle 6 des Quasielements Q_{ik} bei einer logischen Null auf der Zeilenleitung Z_i ein- und bei einer logischen Eins ausgeschaltet, entsprechend dem Zeilendekoder Z_i .

Die Signale auf der zusätzlichen Informationsleitung S_i und der weiteren Spaltenleitung E_i werden in einer dem Spaltendekoder 3 nachgeschalteten logischen Anordnung 12 aus dem Signal der Spaltenleitung X_i durch folgende log. Verknüpfung generiert:

$$E_i = \bar{X}_i \text{ und } S_i = E_i \cdot \bar{E}_{i-1}$$

, wobei mit E_i die Information auf der Informationsleitung mit X_i , bzw. die Information auf der Spalten- bzw. weiteren Spaltenleitung bezeichnet sind.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel mit einer 16 x 16 Einzelquellen umfassenden Matrix 1, welche über eine Einzelgewichtung auf den negierten niederwertigen Bits \bar{A}_4 bis \bar{A}_7 (Zeilen Z_4 bis Z_7) und mittels Binärgewichtung auf den höherwertigen Bits A_4 bis A_7 (Spalten X_4 bis X_7) angesteuert ist. Bei der Einzelgewichtung wird die Ansteuerung der Zeilen Z_4 bis Z_7 direkt aus dem die vier niederwertigen Bits umfassenden Teil des Binärwortes abgeleitet. Wie die Fig. zeigt, sind die entsprechenden Digitalleitungen 4a entsprechend der Wertigkeit ihrer Information gewichtet und mit jeweils n Zeilenleitungen Z_i ($n = 0$ bis 3) verbunden. Die Ausgestaltung und Funktion der Matrixelemente 5, des Spaltendekoders 3 und der logischen Anordnung 12 entsprechen dem in Fig. 2 beschriebenen Beispiel. Als definierte Ausgangsstellung ist die Information $x_{11} = 0$ und $x_{12} = 1$.

Durch die Einsparung von Eingangsleitungen durch Zusammenfassung vom Matrixelementen 5 entsprechend der Gewichtung und des Zeilendekoders wird eine weitere Flächensparnis bei gleichzeitig zufriedenstellender Unterdrückung der Überspannungsspitzen erreicht.

Die Fig. 5 und 6 zeigen schematisch jeweils Schaltzustände der Einzelquellen 6 beim Umschalten von kritischen Wortkombinationen. Eingeschaltete Einzelquellen sind dabei jeweils durch ein "X" gekennzeichnet. Im ersten Beispiel (Fig. 5) ist der Übergang von einem auf den Digitalleitungen A_7 bis A_0 anstehenden Digitalwort 00100111 zu einem Digitalwort 00101000 wiedergegeben. An den Ausgängen des Zeilendekoders 2 sind die zugehörigen logischen Zustände H bzw. L und am Spaltendekoder 3 die zu den Spaltenleitungen X_1 bis X_{16} gehörenden Signale auf den weiten Spaltenleitungen S_i und zusätzlichen Informationsleitungen E_i angegeben. Beim Übergang vom ersten Zustand Ia zum zweiten Zustand IIa wird trotz der kritischen Wortkombination lediglich eine Einzelquelle in Zeile Z8 und Spalte X3 zugeschaltet.

In dem in Fig. 6 wiedergegebenen Beispiel wird beim Übergang eines Binärwortes 01111111 (Zustand Ib) nach 10000000 (Zustand IIb) lediglich in Zeile Z16 und Spalte X8 eine Einzelquelle zugeschaltet, wobei die Änderung der Zustände am Zeilendekoder 2 nicht ausschlaggebend sind, für die Zuschaltung der Einzelquelle $Q_{16,8}$, sondern diese vielmehr durch die Änderung von E_i und S_i aktiviert wird.

Fig. 7 zeigt die Schaltungsanordnung eines Thermometerdekoders zum Dekodieren eines vierstelligen Binärwortes, wie er als Spaltendekoder 3 verwendet ist. Es werden die vier höherwertigen Bits A_4 bis A_7 als Eingangsvariable zugeführt. Ausgangsseitig sind die Spalteninformationen X_i bis X_{16} abgreifbar. Um an jedem Ausgang Signale mit gleich langen internen Laufzeiten zu erhalten, sind in die Signalwege, die im Vergleich zu parallel geschalteten Signalwegen kein log. Verknüpfungsglied aufweisen, Inverter geschaltet. Auf diese Weise werden alle Einzelquellen gleichzeitig geschaltet.

Ansprüche

1. Einschrüttiger D/A-Wandler mit einer Vielzahl von zusammenschaltbaren, von einer Dekoderanordnung angesteuerten Einzelquellen (6), wobei die Einzelquellen (6) matrixförmig angeordnet und zumindest der höherwertige Teil eines zu wandelnden, n -Bit breiten Digitalwortes (A_n bis A_1) von einem Spaltendekoder (3) unter Zwischenschaltung einer Logikanordnung (7, 12) angesteuert ist, in welcher die Matrixspalte der aktuell angesteuerten Einzelquelle (6) bestimmt und ein Umschalten der Einzelquellen (6) der übrigen Spalten unterdrückt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeilendekoder (2) als Thermometerdekoder ausgebildet ist, daß die Logikanordnung (7, 12) aus

a) einer dem Zeilendekoder (3) nachgeschalteten ersten Logikanordnung (12) zur Ableitung einer weiteren Spalteninformation (E_i) und einer zusätzlichen Information (S_i) aus der Spalteninformation (X_i) gemäß der log. Verknüpfungen:

$$E_i = \bar{X}_i \text{ und } S_i = E_i \cdot \bar{E}_{i-1} \text{ und}$$

b) aus einer jeweils jeder Einzelquelle (6, Q_{ik}) zugeordneten zweiten Logikanordnung (7) gemäßfolgender log. Verknüpfung mit einer Zeileninformation ZK:

E_i	S_i	Z_k	Q_{ik}	
1	0	x	abgeschaltet	für gesamte Spalte
0	1	x	zugeschaltet	
1	1	0	"ein"	
1	1	1	"aus"	

und daß zwischen der Logikanordnung (7) und der betreffenden Einzelquelle (6) eine Synchronisierschaltung (11) liegt, die zusammen mit allen anderen Synchronisierschaltungen an einer gemeinsamen Taktleitung (8) liegt. 20

2. D/A-Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine quadratische Matrix (1) und jeweils ein m-aus- $2^{n/2}$ -Zeilen-und Spaltendekoder (2,3) verwendet sind. 25

3. D/A-Wandler nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix (1) zeilenmäßig direkt über den niederwertigen Teil des zu wandelnden Digitalwortes (A_0 bis A_{n-1}) angesteuert ist. 30

4. D/A-Wandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktleitung (8) mäanderförmig nacheinander alle Spalten der Matrix (1) durchläuft. 35

5. D/A-Wandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß alle Einzelquellen (6) gemeinsam an einem Strombus (10) liegen. 40

6. D/A-Wandler nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Einzelquellen (6) gemeinsam an einer Versorgungsleitung (9) liegen. 45

7. D/A-Wandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Thermometerdekoder Inverter parallel zu log. Verknüpfungsgliedern geschaltet sind, um in parallelen Signalwegen einen Laufzeitausgleich herzustellen. 50

55

60

65

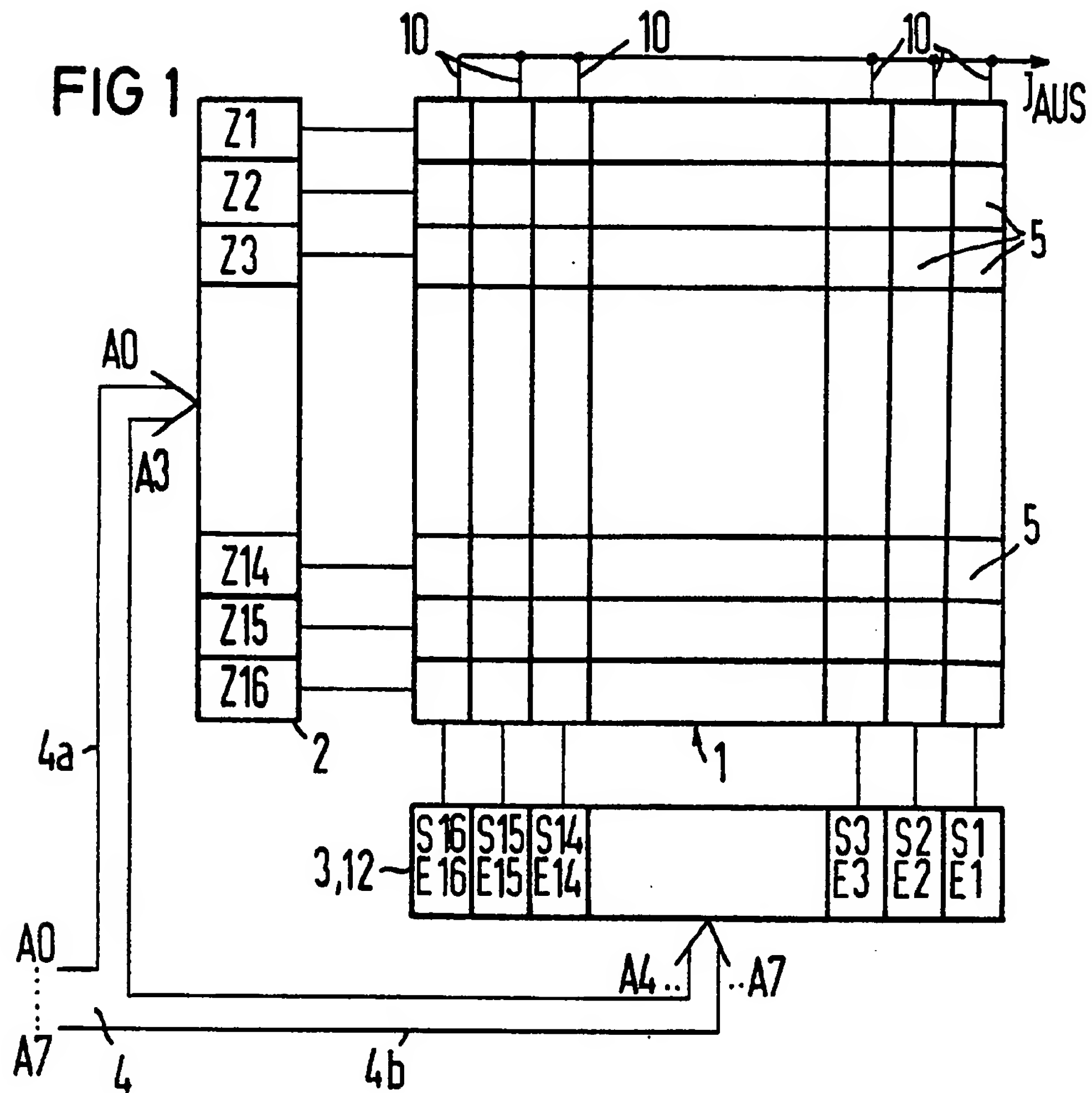
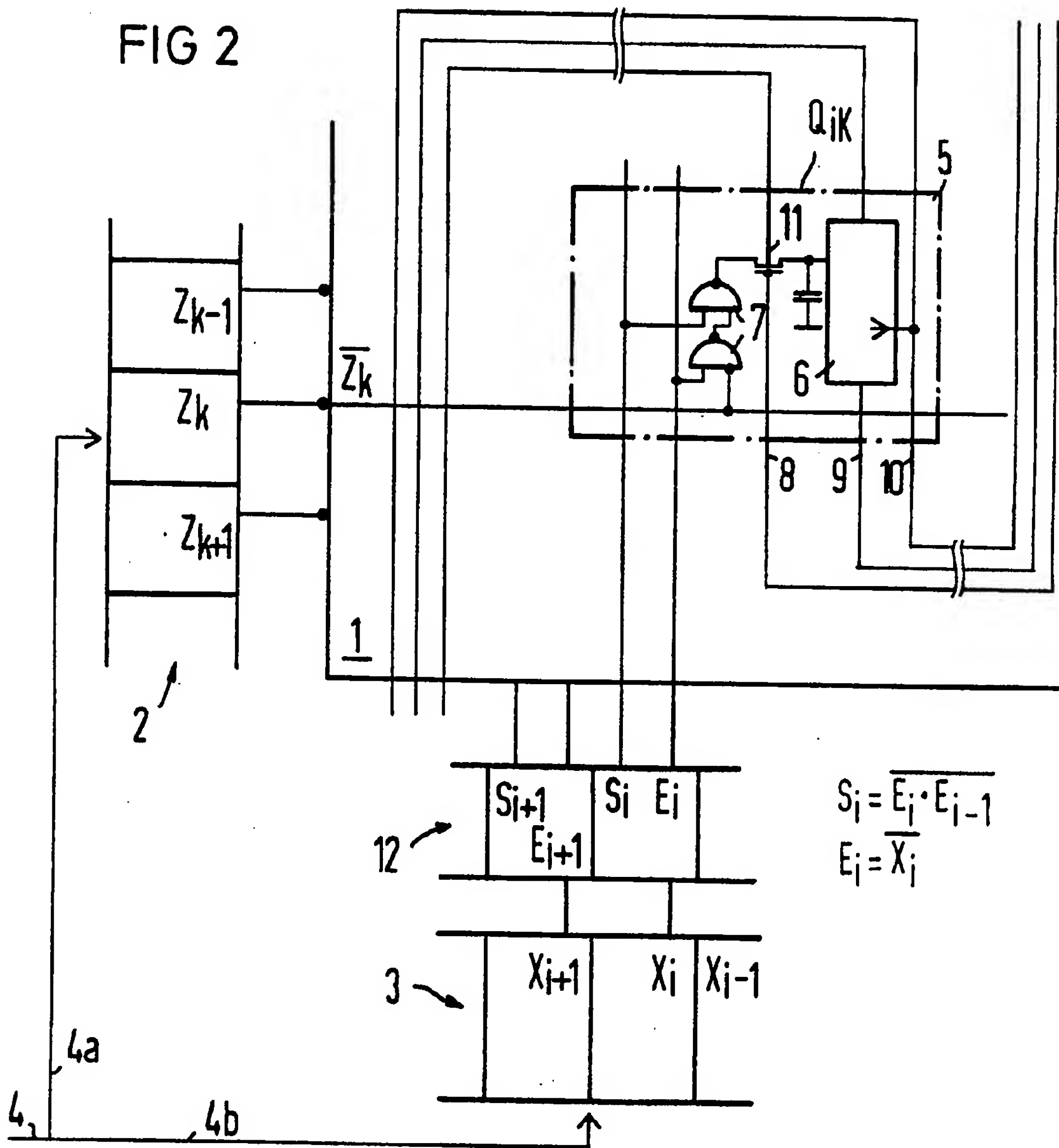


FIG 4

E_i	S_i	Z_k	Stromquelle Q_{ik}
1	0	X	abgeschaltet
0	1	X	angeschaltet
1	1	0	"EIN"
1	1	1	"AUS"

für gesamte Spalte X_i

FIG 2



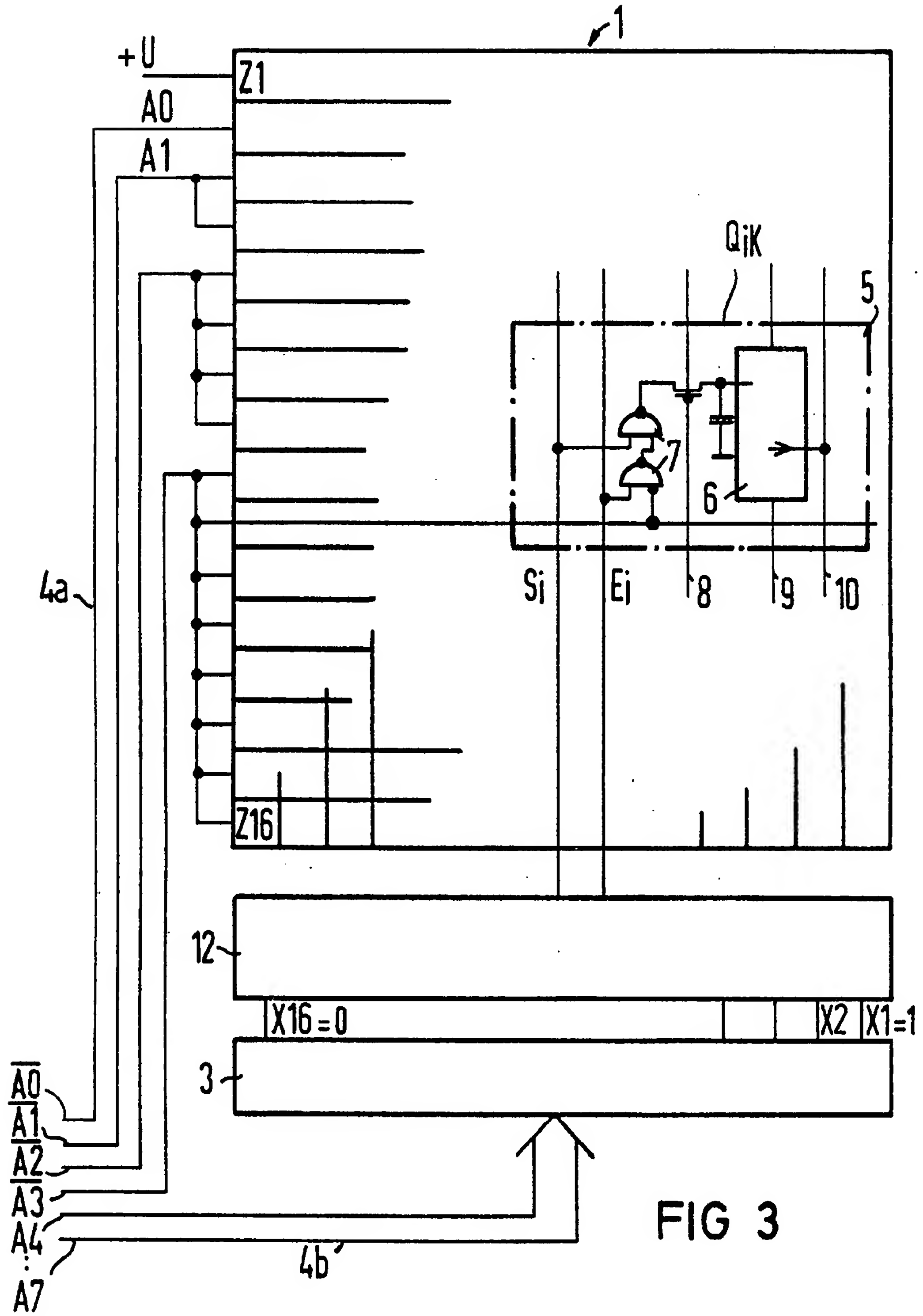
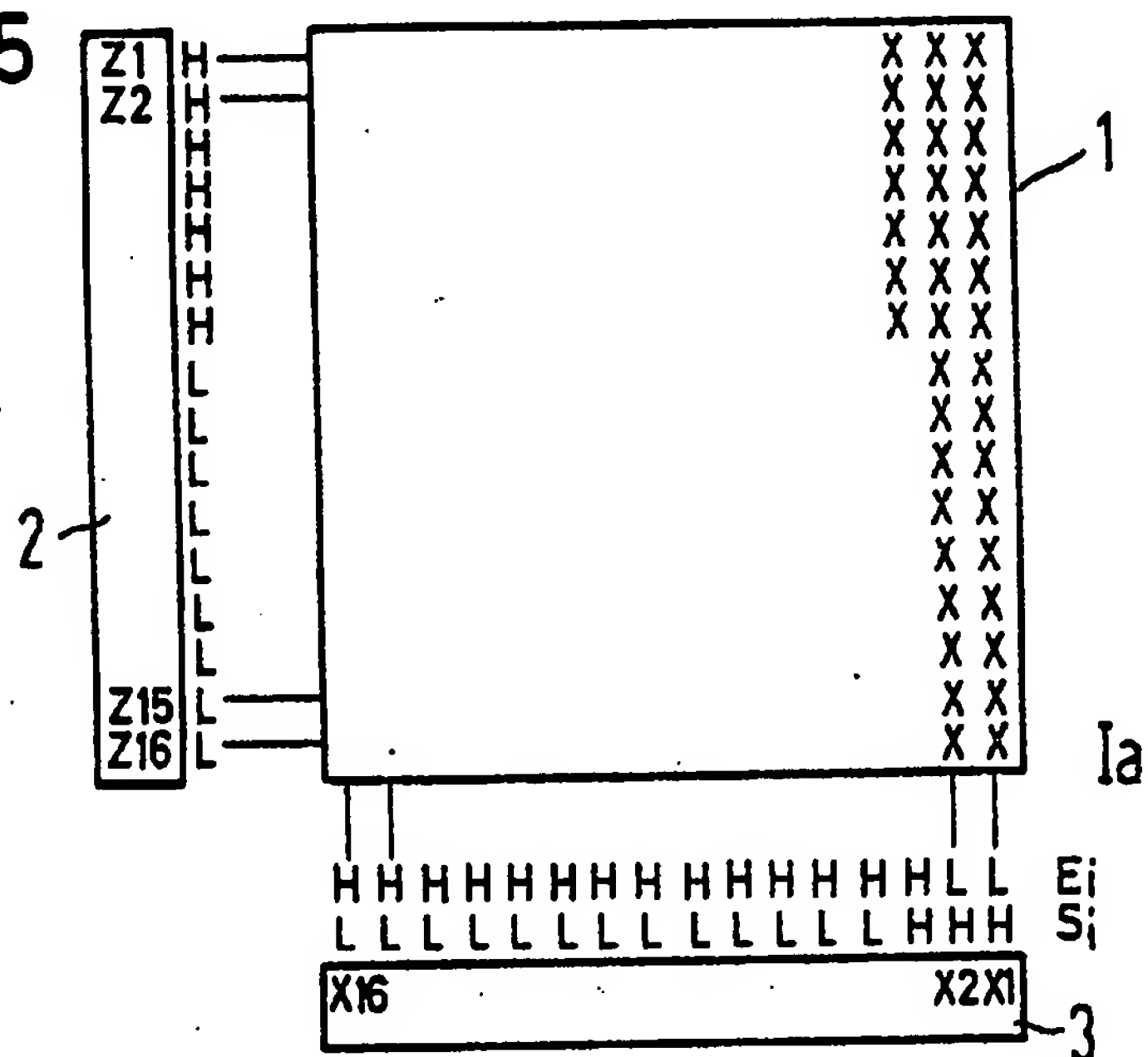


FIG 3

FIG 5



0 0 1 0 0 1 1 1
 A7.....A0
 0 0 1 0 1 0 0 0

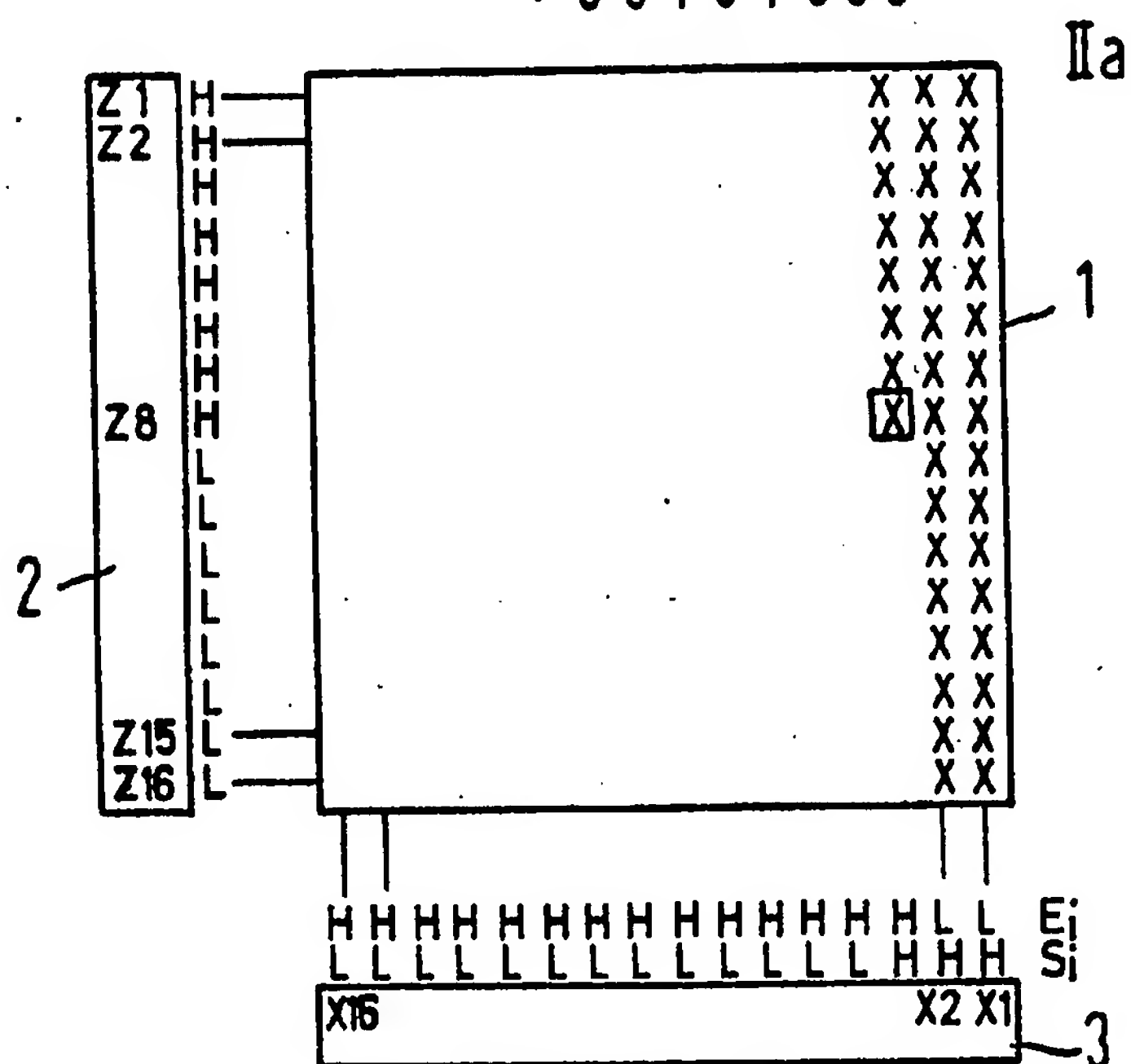
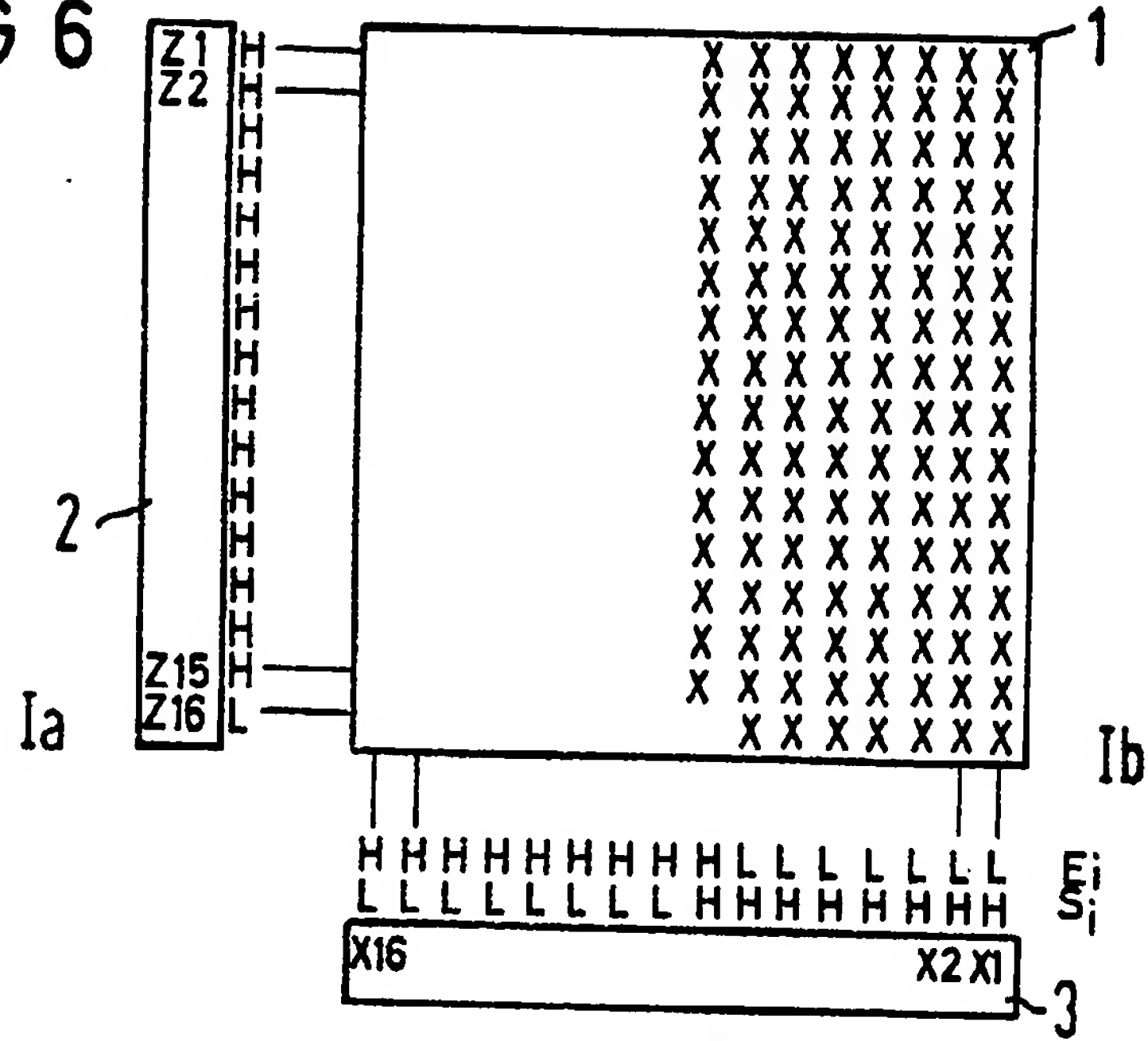


FIG 6



0 1 1 1 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0

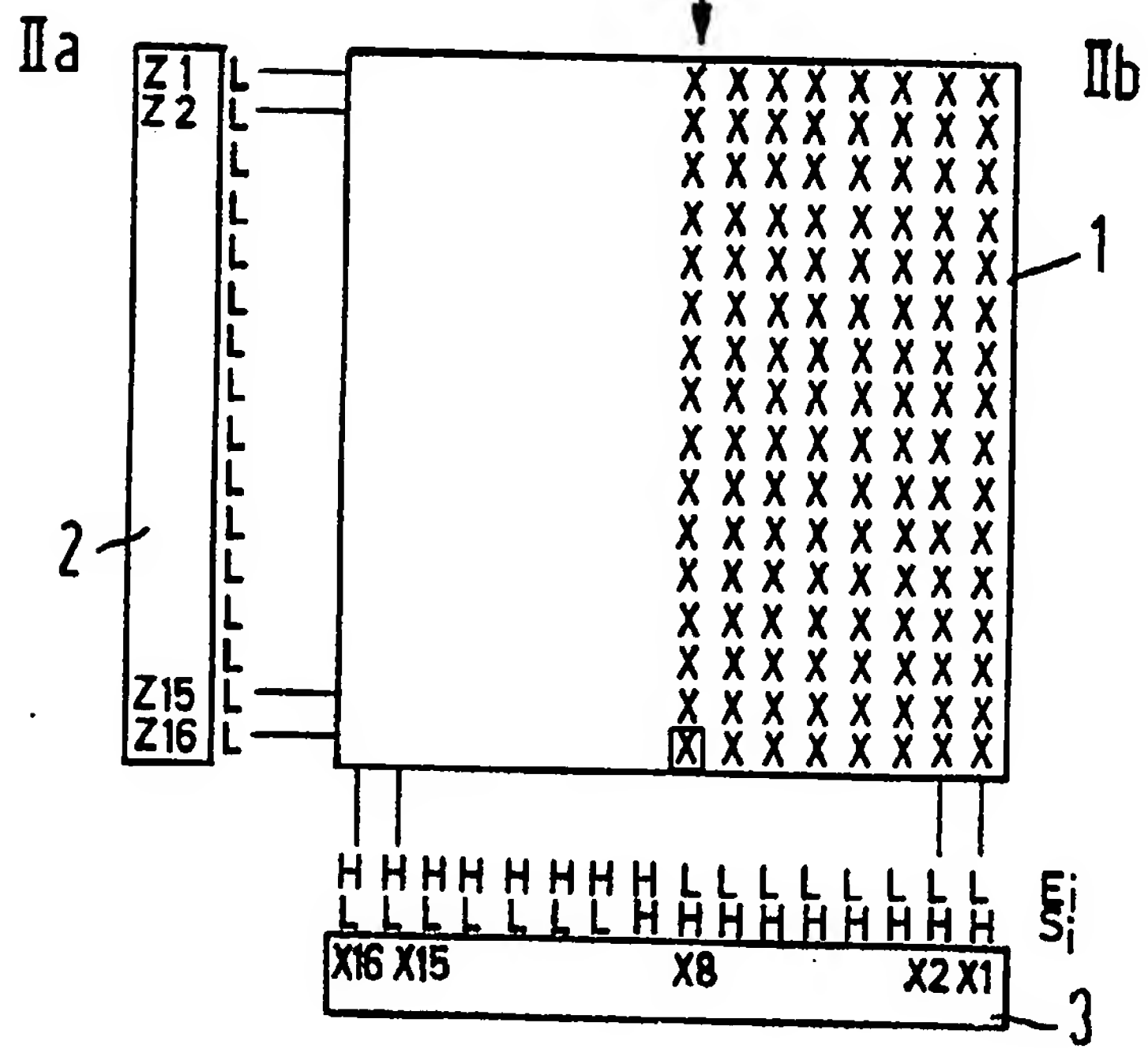
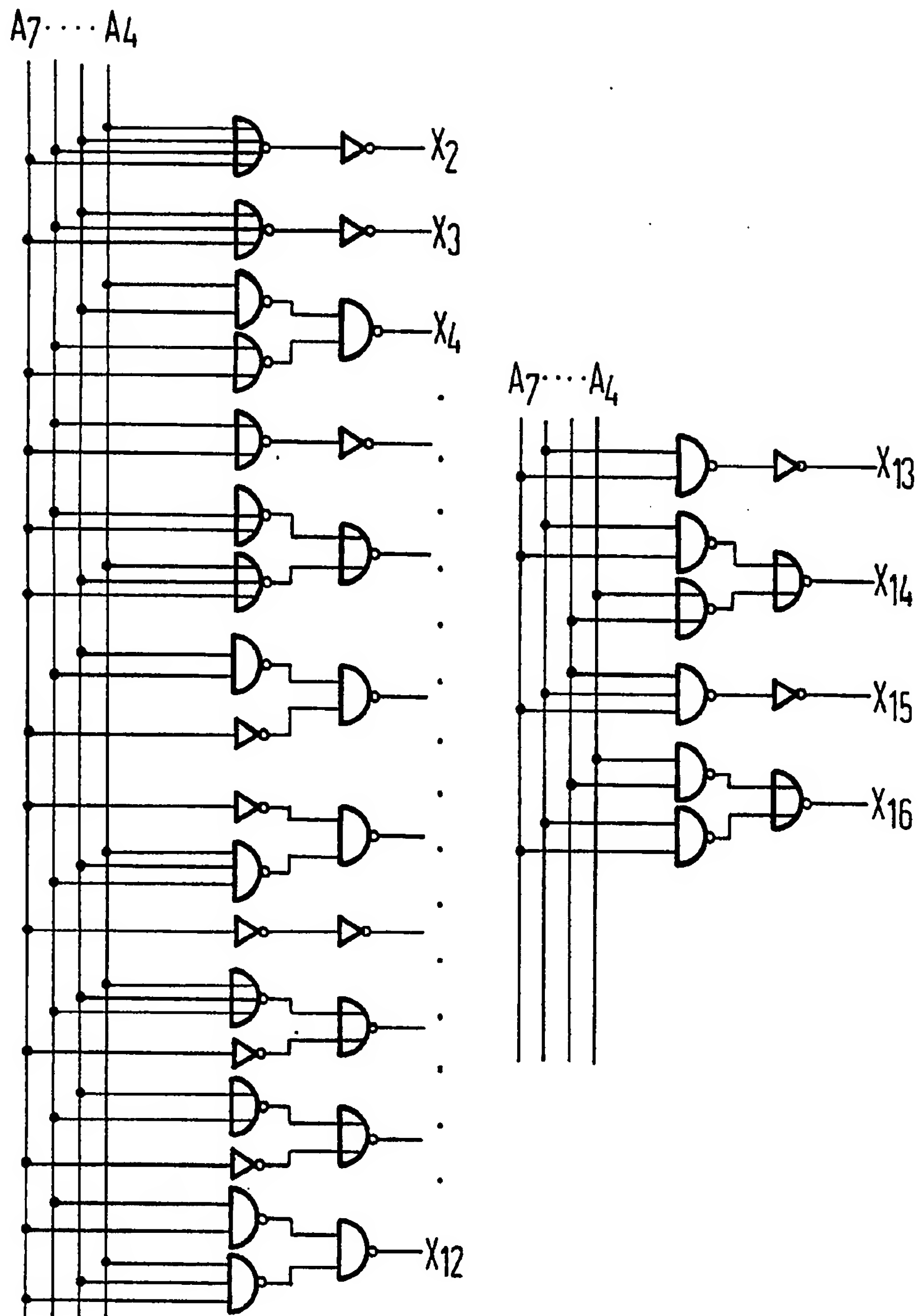


FIG 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 85 11 2291

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
D, Y	EP-A-0 043 897 (NIPPON) * Seite 9 - Seite 33, Zeile 14; Figuren 9-14 *	1-3	H 03 M 1/74
A	* Figur 19 *	5, 6	
Y	--- US-A-4 016 555 (TYRELL) * Spalte 10, Zeilen 6-14; Figur 6 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			H 03 M 1/74
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-12-1985	Prüfer GIVOL Y.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			